Aus der Konservierenden Abteilung
(Vorstand: Professor Dr. Josef Münch)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Würzburg

Über die Möglichkeit der Erhaltung tief zerstörter Backen- und Mahlzähne mit Hilfe von Gußfüllungen (unter besonderer Berücksichtigung des Muc-Metalles)

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Herbert Hofmann
Zahnarzt aus Zweibrücken

Würzburg 1939
Buchdruckerei Gutenberg (Franz Johann Stumpf)

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Berichterstatter: Professor Dr. Josef Münch.

In Dankbarkeit meinen lieben Eltern!

Die weitaus wichtigste und häufigste Krankheit, mit der sich der Zahnarzt in seinem Beruf zu beschäftigen hat, ist zweifellos die Zahnkaries, denn im Munde befinden sich ausgezeichnete Bedingungen für eine Entkalkung des Schmelzes und bakterielle Durchdringung des Dentins. Speisereste, die an Retentionsstellen haften bleiben, werden durch Einwirkung von Mundbakterien unter Säurebildung aufgespalten. Die Säure entkalkt den Schmelz, es kommt zu einer Defektbildung mit all seinen Erscheinungen. Die Ursache der Karies aber ist im Einzelfalle nicht der Zucker oder das Fleisch, der Speichel oder das Wasser oder mangelnde Zahnpflege allein, sondern die Summe jener Dinge, die unmeßbar und unwägbar sind, die Lebensbedingungen, die Umwelt, die Art und Weise, wie der einzelne auf diese Einflüsse reagiert, die Widerstandskraft seines Organismus, die Art seiner Konstitution usw. Die Karies ist eine Komplexerkrankung, bei der exogene und endogene Faktoren zusammenspielen. Das in dem Speichel enthaltene Eiweiß und Mucin begünstigen zweifellos die Entstehung der Karies dadurch, daß sie die zwischen den Zähnen haftenden, meist stärkehaltigen Speisereste mit einer schlüpfrigen Schicht umziehen und den Zutritt des alkalischen Speichels und damit die Neutralisation der entstehenden Säuren verhindern. Man kann diese Erkrankung wegen ihrer weiten Verbreitung als wahre Kulturkrankheit bezeichnen. Es drängt sich uns aus diesem Grunde die Frage auf, inwieweit wir in der Lage sind, die von der Karies befallenen Zähne funktionstüchtig zu erhalten.

Mit dem Anlegen einer Füllung sollen die entstandenen Zahndefekte beseitigt und die ursprüngliche Form nach Möglichkeit wieder hergestellt werden. Die Füllung soll aber nicht nur einen Substanzverlust schließen, sie soll die Funktion des Zahnes innerhalb der Gebißeinheit wieder herstellen, dabei aber die biologischen Vorgänge im Zahn und seiner Umgebung möglichst wenig stören. Je mehr Zahnsubstanz verloren gegangen ist, und je schwächer die noch vorhandenen Zahnwände sind, desto schwieriger ist es

einerseits, genügend Halt für die Füllung zu finden, andererseits die noch vorhandenen Zahnwände vor den schweren Beanspruchungen des Kauaktes zu schützen.

Bei den tief zerstörten Backen- und Mahlzähnen wird man die plastischen Füllungen von vorneherein ausschalten müssen. Denn die Amalgame bzw. Zahnzemente setzen genügend gestützte Zahnwände voraus, sollen sie dem Kaudruck standhalten. Eingehende Versuche über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Amalgame haben ergeben, daß ein hoher Quecksilbergehalt zur Expansion und ein zu geringer zur Kontraktion führt. Dazu kommt, daß das Zubereiten des Amalgams, besonders des Kupferamalgams, Gefahren in bezug auf eine Quecksilberschädigung in sich birgt. Eingehende Versuche von *Dieck, Fleischmann, Stock, Wannenmacher, Fenchel* usw. zeigten, daß beim Kupferamalgam, das ja als Präparat fertig geliefert wird, d. h. Kupfer und Quecksilber sind bereits zu Amalgam verarbeitet, freies Quecksilber enthalten ist. So wurde nachgewiesen, daß die Kupferamalgame Quecksilber abzuspalten vermögen, und hier ist die Möglichkeit einer Gesundheitsgefährdung ohne weiteres gegeben. Über die Edelamalgame schreibt *Schönbeck:* „Es muß einmal ganz betont ausgesprochen werden, daß Edelamalgamfüllungen unter der Voraussetzung einer richtigen Zusammenstellung völlig unschädlich sind." *Schönbeck* erkennt also die Schädlichkeit einer Amalgamfüllung nur dann als berechtigt an, wenn das Amalgam falsch zusammengesetzt ist, während eine richtig zusammengesetzte Edelamalgamfüllung kein überschüssiges Quecksilber enthält. Als ein weiterer Nachteil der Amalgamfüllung ist zu erwähnen, daß sich beim Kneten des Amalgams in der Hand infolge der Haut- und Schweißdrüsen der Hand Teile des Amalgams befetten und naß werden. Dadurch wird die Bindezeit des Amalgams wesentlich verlängert, die Porosität wird erhöht und die Widerstandskraft gegen mechanische und chemische Einflüsse damit vermindert. Die Zahnzemente erweisen sich gegen die chemischen Einflüsse wenig widerstandsfähig. Daher ist die Verwendung von Zahnzementen an Prämolaren und Molaren wegen ihrer schnellen Auswaschung meist nicht angezeigt. Vor allem leiden die Kontaktpunkte schnell.

Es muß das Bestreben der konservierenden Zahnheilkunde dahin gehen, durch den Ersatz des Amalgams und der Zahnzemente durch geeignete Füllungen die Möglichkeit der Quecksilberintoxikation und die Nachteile der Zemente auszuschalten. Bei der Untersuchung der für die zahnärztlichen Arbeiten brauchbaren Füllungsmaterialien wurde früher das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die chemischen, physikalischen bzw. technologischen Eigenschaften zu ermitteln, um dann daraus die Schlußfolgerung zu ziehen, inwieweit der betreffende Werkstoff in der Zahnheilkunde verwendbar sei. Heute steht die Frage im Vordergrund: Wie verhalten sich die Werkstoffe im Munde? Selbstverständlich wurden früher auch nach diesen Gesichtspunkten wissenschaftliche Untersuchungen geführt, allein aber nicht in dem Maße, wie es heute der Fall ist. Der leitende Gedanke bei derartigen Untersuchungen ist der, daß der Werkstoff als Fremdkörper im Munde nicht mehr allein den biologischen Reaktionen ausgesetzt ist, sondern daß er selbst unter Umständen in das biologische Geschehen in der Mundhöhle eingreift. *Schönbeck* spricht von zwei Kraftquellen, die sich gegenüberstehen, und es entsteht die Frage, welche von beiden als stärkere die Oberhand gewinnen werde. Sind die biologischen Kräfte die stärkeren, so wird der Werkstoff angegriffen werden wie umgekehrt der Werkstoff Entzündungen und Reizerscheinungen hervorrufen kann. Hier liegt nun die große Aufgabe der Werkstoffkunde, solche Materialien zu schaffen, die widerstandsfähig genug sind und vor allen Dingen keine Reizerscheinungen verursachen. Nach *Schönbeck* muß daher eine Neutralität zwischen dem biologischen Geschehen und dem Werkstoff angestrebt werden. *Schönbeck* verlangt weiter von dem Werkstoff, daß er unter Umständen in der Lage sein muß, die biologischen Kräfte aufzunehmen und weiterzuleiten, d. h. sich selbst zum Glied des Organismus auszugestalten.

Die heutige Werkstoffkunde stellt also in diesem Sinne einen integrierenden Bestandteil der Zahnheilkunde dar, denn ihre Forschungsergebnisse beeinflussen in weitem Maße die Ausgestaltung der praktischen Zahnheilkunde. Es darf sich also dieses Wissenschaftsgebiet nicht nur auf die rein physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden erstrecken, sondern muß auch die Grenz-

gebiete, wie Physiologie, Bakteriologie, Pharmakogie usw., einbeziehen. Mit dieser universellen Auffassung der zahnärztlichen Werkstoffkunde darf aber auch der klinische Versuch nicht außer acht gelassen werden.

Von einem guten Füllmaterial werden folgende Eigenschaften verlangt: es muß

1. druck- und kantenfest,
2. widerstandsfähig gegen Säure- und Speicheleinwirkung,
3. kontraktionsfrei und expansionsfrei,
4. farbbeständig und
5. gewebsunschädlich sein.

Diese Eigenschaften besitzen in hohem Maße die für die zahnärztlichen Zwecke brauchbaren Metallgußeinlagen. Außerdem ist ein weiterer Vorteil darin zu sehen, daß die Füllung aus einem einheitlichen Guß besteht, bei dem ein Abblättern von Teilen ausgeschlossen ist. Es ist ein Vorzug der Inlaymethode gegenüber dem Amalgamstopfen, daß das Inlay fertig konstruiert und als Metall entspannt eingegliedert wird, während beim Amalgam die Konsistenz, die mehrstündige Abbindezeit, während der der Kaudruck und die stets vorhandenen Kieferbewegungen deformierend wirken, als unangenehm empfunden wird. Es bedeutet sowohl für den Patienten wie für den behandelnden Zahnarzt eine große Erleichterung, daß die Gußfüllung zum großen Teil außerhalb der Mundhöhle fertiggestellt wird. Daß die Metalleinlage mit Zement eingesetzt wird, kann nicht nachteilig sein, wird doch letzten Endes eine Verstärkung der Zahnwände dadurch erreicht.

Im Laufe der letzten Jahre ist es der Gußfüllung immer mehr gelungen, an Boden zu gewinnen. Neben den Vorteilen gegenüber den plastischen Füllungsmaterialien sind es die verfeinerte Gußtechnik und die Erweiterung der gebräuchlichsten Gußmetalle, die wesentlich zur Verbreitung der Gußfüllung geführt haben.

Metallgußeinlagen kennt man eigentlich erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts. 1879 beschreibt *Oakley Coles* eine „Goldpflockfüllung", die der Senkung nicht kohäsiver Goldfüllung entgegenwirken sollte. Ein sanduhrartig eingeteilter Golddraht wurde in die Mitte der Höhlung gestellt und mit Zement in seiner Lage

gehalten. Ringsherum wurde das übliche Gold gestopft. *Jackson* berichtet, daß er seit 1881 die Kavitäten mit Folie abformte, diese mit Gold ausschmolz und mit Zement im Zahn befestigte. *C. Jung* (1898) nahm mit Stentsmasse Abdruck von der Höhle, goß danach ein Gipsmodell, brachte das in diese Gußform gelegte reine Zinn mit einem heißen Lötkolben zum Schmelzen und befestigte diese Einlage mit Zement. *Ollendorf* hatte 1904 ein Verfahren in die zahnärztliche Technik eingeführt, das darin bestand, in eine aus Wachs vorgebildete und in feuerfeste Masse eingebettete Form unter Ausnutzung der eigenen Schwere des flüssigen Metalles den Guß herzustellen.

Für die gegossenen Füllungen gibt es fast keine Grenzen. Tief zerstörte Molaren und Prämolaren, deren Kronen völlig zerstört sein können, sind meist noch durch Gußfüllungen in einen funktionstüchtigen Zustand zu bringen, wenn nur die Wurzeln noch eine starke Basis abgeben.

Unter Kronenersatz verstehen wir die Wiederherstellung, den Wiederaufbau eines Zahnes oder seiner Wurzeln unter Berücksichtigung der richtigen anatomischen Form sowie aller statischen, funktionellen und biologischen Erfordernissen. Die Verbindung mit dem Zahn soll eine kontinuierliche, gewissermaßen physiologische Einheit bilden. Es wird also nicht nur die Tragfähigkeit der Wurzeln voll ausgenutzt, sondern auch das Tastvermögen bleibt erhalten. Die Kontinuität der Zahnreihe wird durch die Schaffung der Kontakte mit den Nachbarzähnen wieder hergestellt. Ferner schafft die Füllung für die gegenüberliegenden Zähne den natürlichen Antagonismus, der zur Verteilung des Kaudruckes erforderlich ist.

Es muß uns Freude machen, nicht jeder Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen, um zur Vollkrone unsere Zuflucht zu nehmen, sondern mit Hilfe präziser und kunstgerechter Arbeit die Tücke des Objektes zu beseitigen.

Unbedingt ist gegen die übermäßige Anwendung von Vollkronen Front zu machen. Ein noch so gut um einen Zahn herumgelegter Gold- oder Metallring ist immer etwas größer als der Zahn, und zwar ringsherum. Hier setzt die Krone bestimmt eine Reizstelle des perimarginalen Gewebes; denn das Schmelzober-

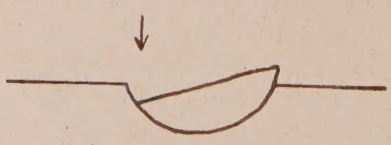
häutchen geht in das Epithel des Zahnfleischtaschenbodens über, so daß dadurch ein fester Abschluß des Periodontiums, also der Aufhängevorrichtung des Zahnes, gegen das Eindringen von Fremdkörpern oder Bakterien gewährleistet wird. Wird nun durch einen Kronenring an einer Stelle diese epitheliale Verbindung zerstört, so ist damit die Möglichkeit einer Infektion mit all ihren Folgeerscheinungen gegeben. Es kommt zur Bildung einer pathologischen Zahnfleischtasche, eventuell von Eitersekretion und allmählicher Lockerung des Zahnes.

Gänzlich zu verwerfen ist der Ersatz einer Vollkrone durch eine Kombination von Goldring mit Amalgamdeckel. *Passow* hat gelegentlich eine Kombination von Gold mit Amalgam vorgenommen. Es handelte sich bei diesen Fällen um eine sekundäre Karies neben Goldfüllungen, welche zur Beseitigung eines Zahndefektes gelegt worden waren. Bei wenig sichtbarem Defekt hat *Passow* die Kavität unter Belassung der Goldgußfüllung mit einer Amalgammischung ausgefüllt. Die Mischung, die aus gleichen Teilen Kupfer- und Silberamalgam besteht, amalgamiert sich nicht mit Gold, erzeugt auch nach Jahren nach den Beobachtungen *Passows* keine Korrosionserscheinungen am Gold.

Witzel ersetzte zum Teil oder ganz verloren gegangene Zahnkronen mit Kuppel- oder Pyramidenfüllungen aus Amalgam. Hier sollte weniger die Massenfüllung mit Amalgam betont werden, als vielmehr leitete ihn der Gedanke der Verhütung approximaler Karies.

Bei der Herstellung von Gußfüllungen muß man sich vor Augen halten, daß man einmal den durch die Karies oder Traumen verursachten Gewebsverlust ersetzen soll, und daß zum anderen eine genügende Verankerung gewährleistet werden muß.

Bei der Präparation der Gußfüllungen ist besonders darauf zu achten, daß an den Außenkanten keine spitzen Winkel und scharfe Ecken gebildet werden, da sonst der Abdruck ungenau und die Bearbeitung erschwert wird. Auf keinen Fall darf man der Höhlenform eine Muldenform geben, weil es hier zu einer Loshebelung der Füllung kommt. Die sich gegenüber-



liegenden Wände müssen vielmehr nach dem Grundsatz der Kastenform parallel sein. Dem Prismenverlauf ist nach Möglichkeit Rechnung zu tragen.

Wir unterscheiden Füllungen an Zähnen mit lebender und toter Pulpa.

Die Zahnkavitäten teilt man in zwei Gruppen ein:

1. Occlusale Kavitäten der Molaren und Prämolaren.
2. Approximo-occlusale Kavitäten der Molaren und Prämolaren.

Bei der Präparation tief zerstörter Backen- und Mahlzähne wird man oft vor die Frage gestellt, ob man die Pulpa entfernen soll. Bei der Beantwortung dieser Frage muß man sich über die Folgen einer weiterschreitenden Karies und die pathologischen Vorgänge innerhalb der Mundhöhle im klaren sein. Wenn die Karies das Dentin erreicht hat, werden die fibrillären Anteile des Zahnbeines zerstört, die Odontoblasten sterben ab, allein noch kann sich die Pulpa durch Bildung von Reizdentin schützen. Wird jedoch durch zu starkes Ausbohren die Odontoblastenschicht durchtrennt, dann kann die Pulpa kein Ersatzdentin mehr anregen. Es entsteht zunächst eine Hyperämie, der sich eine lokale Entzündung anschließt. Thrombose und Degenerationserscheinungen spielen sich hauptsächlich in den kleineren Arterien ab. Die Muskelfasern und die Tunica propria der Gefäßwände werden atonisch. Die Folge davon ist, daß sich die Geschwindigkeit der Blutströmung verringert, dagegen steigt der venöse Blutdruck an. Die zelligen Elemente werden zerstört, die Zellkerne schrumpfen und ihr Cytoplasma atrophiert, und schließlich kommt es dadurch, daß sich die Venen erweitern und die Wände dünner werden, zu Blutaustritten.

Riechelmann führt für die Notwendigkeit der Zerstörung der Pulpen an:

1. wenn Schmerzen beim Beschleifen des pulpengesunden Zahnes auftreten,
2. wenn Dentikelbildung durch den äußeren Reiz des Beschleifens stattfindet und zu Entzündungserscheinungen im Pulpengewebe führen können,
3. wenn die Odontoblastenschicht zerstört wird.

Nach *Hauptmeyer* würde durch das Anlegen einer großen Metallfüllung die „Gewebeatmung“ ihre Wirkung verlieren. Damit meint *Hauptmeyer* natürlich nicht eine Atmung im gewöhnlichen Sinne, sondern es finde ein Austausch zwischen der Krone und der Mundflüssigkeit, sowie der Nahrungsstoffe im Sinne der Diffusion statt. *Andresen* hat das Kapitel der Mineralisation bearbeitet. Seine Angaben lassen eine Diffusion möglich erscheinen. Nach *Wustrow* dürfte dieser Austausch nur die oberflächlichen Zonen der Zähne betreffen, d. h. er hat vielleicht gewissen Einfluß auf die physikalisch wichtige Struktur des Zahnes.

Die Gegner der Devitalisation führen als hauptsächlichsten Grund ihrer Ablehnung die Unzulänglichkeit unserer Wurzelbehandlungsmethoden an. *Preiswerk* und andere machten auf die Verzweigung der Wurzelkanäle aufmerksam, die eine vollständige Reinigung der Hohlräume in der Wurzel verhindern. In vielen Fällen sei es unmöglich, den Inhalt des Wurzelkanals vollständig zu entfernen. *Evans* schreibt: „Wenn die Pulpa entfernt worden ist, so bleiben die abgetöteten Fibrillen noch zurück und vermögen Fäulnisgase zu erzeugen, die insofern einen Einfluß ausüben, als sie das Zement und Perizement angreifen, wobei es gleichgültig ist, ob der Wurzelkanal noch so gründlich gefüllt und die Öffnung geschlossen ist“. *Schröder* glaubt, daß durch die Art unserer Füllmethoden die Bruchfestigkeit des Zahnes leide.

In der Literatur wird manchmal die Frage aufgeworfen, ob man gangränöse Zähne oder gar Zähne, bei denen Granulome festgestellt wurden, auf konservativem Wege ausheilen soll oder, da es sich ja doch meist um tief zerstörte Zähne handelt, eine Extraktion vorzuziehen wäre.

Gewiß, in der Sozialpraxis mag diese Frage vielleicht ihre Berechtigung haben, allein im allgemeinen wird man diese Frage ablehnen müssen, denn oberstes Gesetz ist es, die Zähne solange als nur möglich zu erhalten.

Bei gangränösen Zähnen genügt aber nicht mehr die ausschließliche Wurzelbehandlung, sondern es muß in der Regel eine Beeinflussung der paradentalen Erkrankung erfolgen, und wenn dies nur dadurch geschieht, daß durch die Eröffnung des Foramen apicale den möglicherweise vorhandenen Sekreten Abfluß ver-

schafft wird. Die konservierende Behandlung der Granulome wird oft vor diagnostische Schwierigkeiten gestellt. Das sogenannte Granulom kann steril sein, und diese reaktive Erscheinung wird nur durch pathologische Reize von der Wurzel her unterhalten. Man könnte nun den Schluß ziehen, daß es genügt, wenn die Wurzelkanäle vollständig gereinigt und desinfiziert werden, da dann die schädigenden, den pathologischen paradentalen Prozeß unterhaltenden Reize beseitigt werden. Wir wissen aber klinisch nie von vorneherein, ob ein steriles oder infiziertes Granulom vorliegt. Die Therapie muß daher so gestaltet werden, als ob ein infizierter Herd vorliege, d. h. eine Eröffnung des Foramen apicale vom Wurzelkanal her ist angezeigt. Allein nicht nur der sterile oder infizierte Zustand des paradentalen Herdes ist für die konservierende Therapie maßgebend, sondern vor allem der Zustand des Granulationsgewebes. Klinisch kann nicht festgestellt werden, ob das Granulom sehr bindegewebereich ist, also bereits eine Tendenz zur bindegewebigen Organisation zeigt, oder ob die zellige Infiltration vorherrscht. Doch diese Differenzierung ist nicht einmal so wesentlich als die Feststellung, ob bereits eine ausgedehnte Epithelproliferation, also eine beginnende Cystenbildung vorhanden ist. Diese aber ist röntgenologisch nicht zu erkennen im Gegensatz zur deutlich ausgeprägten Cyste. Die Aufgaben der konservierenden Zahnheilkunde sind, wie wir sehen, zum großen Teil recht kompliziert, so daß zu ihrer Ausübung nicht nur manuelle Geschicklichkeit, sondern vor allem gründliche Kenntnisse der biologischen und pathologischen Vorgänge und Zusammenhänge im Organismus gehören.

Bei einer Extraktion ist stets zu bedenken, daß, wenn nur z. B. ein Mahlzahn entfernt wird, dadurch nicht nur ein Zahn im Gegenkiefer wertlos wird, sondern, da jeder Zahn zwei Antagonisten hat, dadurch zwei Gegenzähne teilweise in Untätigkeit versetzt werden. Die Zähne neben der Lücke rücken zusammen und nehmen allmählich eine schiefe Stellung ein und ihre Kauwirkung wird geringer. Bei einem mangelhaften Gebiß aber wird die Kaufunktion ungenügend sein. Die stärkehaltigen Nahrungsstoffe erfordern zu ihrer Verdauung eine genügende Durchmischung mit Speichel, denn der Speichel hat die Fähigkeit, die Granu-

lose des Amylums in Dextrin und Zucker umzuwandeln. Wird diese Umwandelung im Munde nicht eingeleitet, so geht das Amylum zum Teil dem Organismus verloren. Dazu kommt noch, daß zum Fortschaffen des unverdauten Stoffes physiologische Arbeitsleistung notwendig wird, und schließlich wird das ungenügend eingespeichelte Amylum im Magen leicht, statt in Dextrin und Zucker, in Milchsäure umgewandelt. Durch ungenügendes Zerkleinern der Nahrungsmitteln kann der Magensaft die größeren Stücke nicht vollständig durchdringen, und es entsteht infolgedessen eine Gärung im Magen, die noch durch tief zerstörte faulige Zähne begünstigt wird. Chronische Magenkatarrhe sind sehr häufig, und es kann kein Zweifel bestehen, daß auf diese Weise die Gesundheit des Gesamtorganismus beeinträchtigt wird.

Peckert fordert als prophylaktische Maßnahme bei Engstand der Kiefer die Entfernung der Sechsjahrmolaren, um das Gebiß aufzulockern und die durch den Engstand hervorgerufenen Retentionsstellen zu beseitigen, denn es würden nach *Peckert* in engstehenden Gebissen minderwertige hypoplastische Sechsjahrmolaren kümmerlich durchgehalten und mit großen Füllungen versehen. Der Vorschlag *Peckerts* hat zwar seine Berechtigung, allein er darf aber nur auf jene Fälle beschränkt bleiben, in denen es sich um einen Engstand in Verbindung mit starker Kariesanfälligkeit handelt.

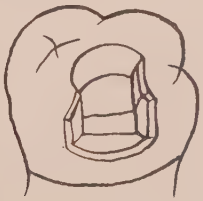
Es ist eine häufige Erscheinung in der Praxis, daß besonders bei Jugendlichen die Kronen der Molaren durch Karies so vollständig zerstört sind, daß der verbleibende Kronenrest sich nur wenig über dem Zahnfleisch erhebt und die Kaufläche von einer dicken Schicht mehr oder weniger erweichten Dentins bedeckt ist, bei der nun die Pulpa aber in den meisten Fällen noch vital ist. Wir sind nun gezwungen, über die verbleibende Zahnbeinschicht eine Füllung zu legen, um die Pulpa vor dem Kaudruck und den äußeren Einflüssen zu schützen. Für eine Amalgamfüllung ist die Kavität meist zu flach, eine Goldkrone kommt vielfach aus finanziellen Gründen nicht in Betracht. Es bleibt nur der Ausweg: entweder die Pulpa entfernen oder Anlegen einer Gußfüllung.

Für die Befestigung einer Gußfüllung kommen drei Verankerungsmöglichkeiten in Frage:

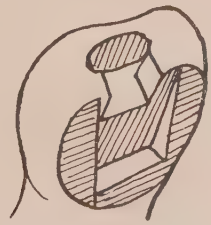
1. Beschleifen des Kronenrestes bei lebender Pulpa,
2. Stiftverankerung,
3. Verankerung im Pulpenkavum.

Zu 1. Die Entfernung der kariösen Massen geschieht mittels Exkavatoren, Bohrern und Schmelzmessern. Die zerbrechlichen Schmelzränder werden beseitigt und die Kavität bis in ein Gebiet ausgedehnt, das keinen Anlaß zu Rückfällen gibt. Man wird aber an Zähnen mit gesunder Pulpa möglichst vermeiden, daß die Dentinkanälchen zerstört werden, und die Kavitätenpräparation ist mit größter Vorsicht auf ein Mindestmaß zu beschränken. Mag man sich den Forderungen der „Extention for praevention" auch nicht verschließen, so muß man sich doch davor hüten, durch allzu starkes Betonen der Haftformen Pulpenschäden direkt heraufzubeschwören.

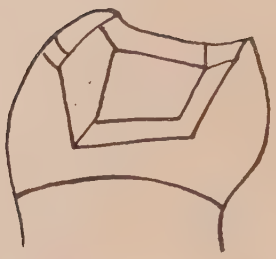
Die klassische Kavitätenform wurde von *Black* eingeführt.



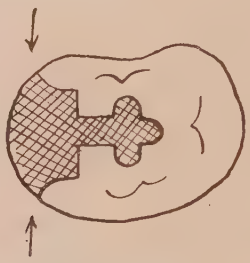
Thiersch (1907) vereinfachte die Kavität, indem er mit dem Scheibenschnitt, „slice cut", die Grenze des approximalen Teiles in ein Gebiet verlegte, das kariesvorbeugenden Schutz gewährt.



1926 beschreibt *Ward* eine Methode, die von der klassischen Kavität insofern abweicht, als er eine Abschrägung der lingualen und buccalen Wände einführt.



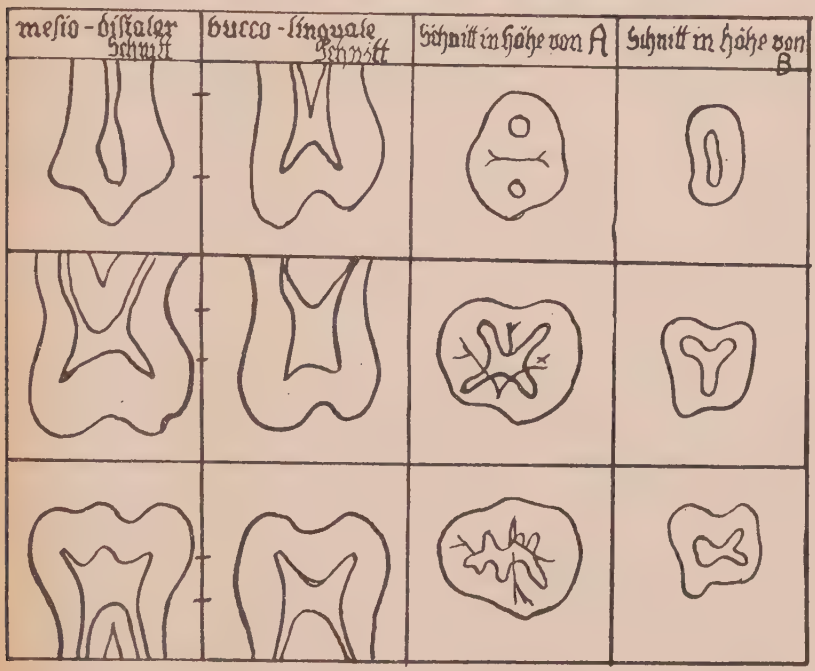
Bei Beobachtung der Kräfteverhältnisse erkennt man, daß der Druck in transversalem Sinne sich auswirkt, und zwar in der Höhe der Höcker.



Boisson sieht darin den Grund, daß bei den *Black*schen Kavitäten gerade in dieser Höhe kleine Brüche der lateralen Wände entstehen. Diese Absplitterungen finden nicht unmittelbar nach dem Einsetzen der Gußfüllung statt, sondern erst dann, wenn nach *Boisson* „die Unterbrechung des Lymphstromes und der Verlust von Kittsubstanzen im peripheren Dentin zur Brüchigkeit geführt haben. Daher muß die Widerstandsform vervollständigt werden, indem man die linguale und die vestibuläre Wand am seitlichen Rand ausweitet".

Zu 2. Bei der Herstellung der Stiftverankerung ist die Kenntnis der anatomischen Gestalt des Pulpenraumes von größter Wichtigkeit, denn die Anbringung der Stifte in der Dentinmasse hat an ganz bestimmten Stellen zu geschehen. Bei den Prämolaren ist die Pulpenkammer gespalten und endet in jedem Höcker mit einem Horn. Von der Wangenseite aus gesehen ist die Pulpa einfach, dagegen von mesial oder distal betrachtet erscheint sie gabelförmig. Ebenso wie die Prämolaren weisen auch die Molaren an jedem Höcker Ausläufer der Pulpa auf. Daher muß man die

Haftlöcher unbedingt zwischen den Höckern und am Boden der Fissuren, besonders an den Endabschnitten, anbringen.



Eine Lockerung der Füllung ist nur möglich, wenn das Metall an der Stelle des geringsten Querschnittes keinen genügenden Widerstand entgegensetzt, d. h. die Festigkeit der Tiefenverankeung ist von der Starrheit des Metalles abhängig.

Als ein Vorteil der Präparation mit Tiefenverankerung ist die exzentrische Lage der Verankerung zu betrachten, denn die Bohrlöcher befinden sich von der Pulpa weit entfernt. Die durch das Bohren beschädigten wenigen Dentinröhrchen werden in transparentes Dentin umgewandelt, und es findet keine Schädigung der Pulpa statt.

Daß eine Stiftgußfüllung mehr Zeit in Anspruch nimmt und mit weit mehr Vorsicht und technisch schwieriger auszuführen ist, sind die einzigen Nachteile dieser Methode. Die Anwendungsmöglichkeiten dieser Füllungsart sind seltener als bei gewöhnlichen Gußfüllungen.

Die Krampons müssen einen Durchmesser von mindestens 0,6 mm haben und dürfen nicht länger als 2 mm sein.

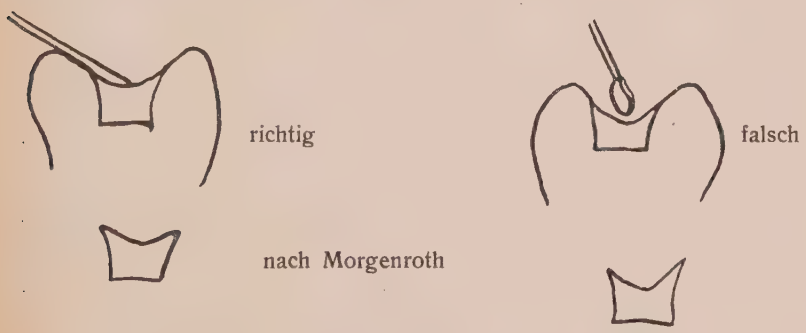
Zu 3. Hier handelt es sich in der Regel um tief zerstörte Zähne, deren Pulpen bereits abgestorben sind. Das Gußverfahren setzt uns in den Stand, zerstörte Kronenreste durch einen massiv gegossenen Aufbau dauernd haltbar zu ersetzen und so in vielen Fällen die Ringkrone zu vermeiden. Es ist zweifellos dem Patienten durch den einfachen Ersatz der Kaufläche besser gedient als durch das lästige und schmerzhafte Aufpassen einer Ringkrone. Der Vorteil einer gegossenen Krone besteht also darin, daß es vermieden werden kann, einen Ring anzufertigen; ferner ist es nicht notwendig, feste, gesunde Schmelzteile, besonders am Zahnfleischrand, derart abzuschleifen, wie es bei der Ringkrone der Fall ist. Die Befestigung dieser Gußkronen geschieht durch Benutzung des Pulpenkavums bei den Molaren und oberen ersten Prämolaren, bei den unteren Prämolaren kann man noch den Kanal zur Verankerung verwenden.

Als oberster Grundsatz bei dem Modellieren der Gußfüllung gilt das Gesetz, daß nur parallel zu den vorhandenen Zahnsubstanzen modelliert werden darf. Diese Forderung läßt sich jedoch nur bei der zentralen Kavität erfüllen, wo der stehengebliebene Teil der Zahnkrone die Führung für das Modellierinstrument gibt. In der Mehrzahl der Fälle aber ist die Zahnkrone zum großen Teil oder ganz durch die Karies zerstört worden. Für diese Fälle

müssen wir Hilfsmittel heranziehen, die uns das Wiederherstellen der ursprünglichen anatomischen Form erleichtern. *Morgenroth* unterscheidet für die Abdrucknahme drei Typen:

1. zentrale Kavität: Führung ist durch die stehengebliebenen Kavitätenränder gegeben,
2. approximale Kavität: die zum Teil fehlende Führung muß durch Hilfslinien rekonstruiert werden,
3. Aufbaufüllungen: die fehlenden Anhaltspunkte müssen durch Hilfslinien ganz ersetzt werden.

Morgenroth empfiehlt beim Modellieren der zentralen Kavität den Überschuß mit der scharfen Kante eines Modellierinstrumentes parallel entlang den Zahnsubstanzen zu entfernen, und zwar vom Rande nach der Mitte zu. Damit würde vermieden werden, daß eine falsche Form des Abdruckes und ein zu fein ausgezogener Wachsrand, der entweder beim Einbetten beschädigt oder nach dem Guß beim Polieren verletzt würde, entstehen.



nach Morgenroth

Bei der approximalen Kavität empfiehlt *Morgenroth* als Hilfsmittel die Aufteilung des Zahnes in bestimmte Begrenzungslinien. Das Anwendungsgebiet erstreckt sich hauptsächlich auf das Frontzahngebiet.

Schwieriger aber liegen die Verhältnisse bei einer Aufbaufüllung, denn es fehlt fast jeder Anhaltspunkt für den zu modellierenden Kronenteil. Aus der Erkenntnis heraus, daß wir die buccalen Zahnflächen der oberen Prämolaren und Molaren in die Eckzahnform zerlegen können, empfiehlt *Morgenroth* beim Modellieren dieser Zähne folgendermaßen vorzugehen: Das Wachs wird

in die angelegte Matrize gepreßt, die Oberfläche geglättet und die Matrize entfernt. Danach nehmen wir ein spitzes Instrument und zeichnen uns zunächst den Verlauf der Fissuren schematisch ein. Einen heißen Spatel legen wir jetzt mit der Spitze nach der Fissur geneigt medial und distal so an, daß wir auf der buccalen Seite die Eckzahnform erhalten. Dasselbe führen wir für den palatinalen Teil des Zahnes durch. Damit ist in großen Zügen auf einfache Weise die Form hergestellt, und es ist nur noch notwendig, die Feinheiten herauszuarbeiten.

Scheu verwirft flüssiges Wachs zur Herstellung des Abdruckes, weil sich dieses weit mehr kontrahiert als Wachs, das bei möglichst niedriger Temperatur plastisch gemacht wird. *Meyer* empfiehlt nach dem Abkühlen des Wachses zur Mundhöhlentemperatur, weiteres Abkühlen durch sehr kaltes Wasser vorzunehmen und es dann die Temperatur der Mundhöhle wieder annehmen zu lassen. Folgende Erwägungen liegen dieser Methode zugrunde: Wenn das Wachs in die Kavität gepreßt und unter Druck gehalten wird, so wird die beginnende Schrumpfung durch weiteres Einpressen behoben. Von einem bestimmten Zustand der Plastizität an gibt das Wachs auf Druck nicht mehr nach und zieht sich zusammen. Nimmt das Wachs wieder Mundhöhlentemperatur an, so dehnt es sich wieder aus mit gleichzeitigem Verlust der Spannung. Die atypische Ausdehnung des Wachses begünstigt die Kompensation der Metallschrumpfung.

Die zum Entfernen des Wachses dienenden Gußstifte dürfen weder zu dünn noch konisch zulaufend sein, denn bei den ersteren findet man nach dem Guß Poren an der Befestigungsstelle, bei den zweiten erhöht sich die Geschwindigkeit des einlaufenden Metalles.

Auch die Einbettungsmasse ist von großem Einfluß auf die Gußarbeit. Die Masse muß gleichmäßig in Material, Korn und Mischung sein. *Sturdevant* hat bei dem Einbetten des Wachses eine besondere Methode. Es handelt sich um eine Übertreibung der bekannten Methode der harten Kernbildung bei der ersten Einbettung. Er setzt das Bestäuben des Pulvers unter Fibration

solange fort, bis sich an der etwa 3 Millimeter vom Wachs entfernten Oberfläche eine stark poröse, schwammartige Lage Einbettungsmasse bildet.

Das Ausbrennen des Wachses soll nach Möglichkeit zu einem Zeitpunkt geschehen, wo die Einbettungsmasse noch nicht vollständig eingetrocknet ist, denn das bei dem Erwärmen der Gußküvette die Einbettungsmasse ausfüllende, nicht zur Kristallisation verbrauchte Wasser wird verdampfen und das gleichzeitig erwärmte Wachs aus der Muffel heraustreiben, so daß es anschließend nur einer kurzen Durchglühung bedarf, um die Küvette für den Guß vorzubereiten. Läßt man dagegen die Einbettungsmasse vollständig austrocknen, dann dringt das erweichte Wachs bei der Erhitzung der Küvette in die freien Gipsporen ein, und es bedarf einer längeren Durchglühung, um sämtliche Wachsrückstände restlich aus der Form zu entfernen. Bei einer starken und lang dauernden Durchglühung aber läßt sich eine Schrumpfung der Einbettungsmasse (Rißbildung) kaum vermeiden.

Zum Einsetzen und Befestigen der Gußfüllung darf man nur einen einwandfreien Zement benützen. Größtmögliche Feinheit und gleichmäßige Zusammensetzung des Pulvers ist Vorbedingung der guten Klebekraft eines Zementes. Eine Auflösung des Zementes erfolgt nach *Bödecker* nur so tief, als die Fuge zwischen Füllung und Zahnsubstanz breit ist. Eine weitere Auflösung des Zementes würde durch das sie bedeckende Mucin des Speichels verhindert. Zum Schutze der Pulpa wird man nur schnell härtendes Zement verwenden, denn die etwa 10 Minuten lang freie Säure des schnell härtenden Zementes richtet weniger Schaden an als das bei sahneweichem Anrühren mehrere Stunden hindurch ungebundene saure Salz des normal härtenden Zementes. Denn wir haben es ja mit einem Protoplasmagift zu tun, das keine Eiweißkoagulation hervorruft und ständig in den Dentinkanälchen der Pulpa entgegen vordringen kann.

Bei sachgemäßer Ausführung ist die Gußfüllung wohl die beste Füllungsmethode, welche eine dauerhafte Konservierung eines Zahnes gewährleistet. Mißerfolge treten auf, wenn die Kavität falsch präpariert ist oder bei der Gewinnung des Wachsmodelles die nötige Sorgfalt außer acht gelassen wurde, und schließlich können Gußfehler zu Mißerfolgen führen.

Da es sich bei Backen- und Mahlzähnen in der Regel um die Wiederherstellung der Funktion der Zahnkrone und im Gegensatz zu den Frontzähnen weniger um einen kosmetischen Ersatz handelt, wird man einen weitgehenden Austausch des Goldes durch ein anderes Metall ähnlicher Eigenschaften, aber geringeren Devisenaufwandes erstreben. Es ist selbstverständlich, daß der Vierjahresplan auch die Werkstoffkunde einbezieht, und es ist somit dieser die Aufgabe erteilt, nach Möglichkeit devisenpflichtige Rohstoffe auszuschalten und durch andere zu ersetzen. In der Frage des Goldersatzes ist aber schon viel gesündigt worden. Man zeigte sich häufig zufrieden, wenn das Ersatzmetall in der Farbe dem Golde möglichst gleichkam, während man die sonstigen Eigenschaften unberücksichtigt ließ. Im Kriege und in der Inflation wurden vielfach Messinglegierungen wie Randolf, Kosmos, Wiegold usw. verwendet. *Wannenmacher* lehnte nach eingehenden Versuchen diese Legierungen scharf ab, da sie in ihren Zusammensetzungen (Kupfer, Zink, Bemengungen von Blei) schädlich sind und in den seltensten Fällen homogen in den Zahn zu bringen sind, sondern meist heterogen. Trotz eventuell vorhandener Homogenität ist bei Messingen damit zu rechnen, daß sie sich in elektrolytischer Hinsicht ungünstig verhalten, da Kupfer und Zink in der Spannungsreihe weit auseinander liegen.

Für die Zahnheilkunde kommen nur Legierungen in Frage, die homogen sind. Man darf also nur solche Metalle zu Legierungen verarbeiten, die in erkaltetem Zustand in jedem Verhältnis gegenseitig unlösbar sind.

Einen großen Einfluß auf die allgemeinen physikalischen Eigenschaften der Legierungen übt die Warm- und Kaltbehandlung, die sie durchgemacht haben, aus. Eine gewalzte Legierung ist stets härter als eine geglühte. Durch Ziehen kann ein Draht so spröde werden, daß er bei geringster Beanspruchung bricht. Durch Hämmern können wir eine Legierung hart, aber auch geschmeidig machen. Von weiterem Einfluß ist das Gefüge, d. h. der innere Aufbau der Legierung. Wenn eine Legierung aus der Schmelze erkaltet, so besteht sie aus einer Anzahl von Kristalliten. Wird die Legierung gewalzt, so findet ein Streckungsvorgang der Kristalle in der Walzrichtung statt, und bei anhaltendem

Walzen werden schließlich die Kristallelemente zertrümmert. Wird eine derartige Legierung erhitzt, so wirken die Trümmer als Kristallisationskeime, es findet eine Rekristallisation statt, d. h. ein großkristallines Gefüge, die Legierung ist wieder weich und dehnbar.

Die mechanische Widerstandskraft einer Gußfüllung hängt einmal ab von der Struktur und Korngröße, aber auch von der Dichte des Gusses. Je höher das Metall beim Schmelzen erhitzt wird, desto gröber wird das Korn sein. *Nowack* goß drei Gußstücke einer 20karätigen Goldlegierung bei 1000, 1100 und 1300 Grad. Das Schmelzintervall betrug 975 bis 920 Grad. Das Gußstück zeigte bei 1000 Grad einen gleichmäßigen, feinkörnigen Aufbau, dagegen bei 1100 Grad war das Gefüge viel gröber und bei 1300 Grad schließlich grobkörnig. Es ist selbstverständlich, daß ein grobkörniges Gefüge weniger widerstandsfähig ist als ein feinkörniges. Man wird daher möglichst jede Überhitzung vermeiden.

Zur Prüfung eines einwandfreien Gußgefüges wird das polierte Gußstück in verdünntem Königswasser in der Siedehitze einige Sekunden angeätzt und kurze Zeit mit Salmiakgeist behandelt, um das abgeschiedene Chlorsilber zu lösen. Nach Abspülen mit Wasser wird der Guß getrocknet und mittels einer Lupe untersucht. Das kristalline Gefüge ist dann deutlich zu erkennen. Die Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt gibt an, daß Kristalle von 0,2 bis 0,4 mm Kantenlänge noch dem Normalwert der Korngröße entsprechen.

Der Dichte des Metallgusses mißt *Schönbeck* größte Bedeutung bei für die mechanische Widerstandsfähigkeit. Hohlräume und Poren, die das Gußstück durchsetzen, verringern den Querschnitt und gefährden die Haltbarkeit bei Druckeinwirkung. Poren und Hohlräume entstehen einmal durch die Kontraktion des Metalles und vor allem durch die Luft- bzw. Gasaufnahme der Schmelze. Je länger und höher die Schmelze erhitzt wird, desto eher werden Gase absorbiert. Diese werden beim Erkalten wieder abgeschieden, können aber nicht mehr entweichen und treiben im Innern den Guß auf.

Eine Legierung kann sich aus mehreren Metallen aufbauen. Man unterscheidet demnach zwischen binären und ternären sowie quarternären Legierungen.

Um das Zustandsdiagramm einer binären Legierung graphisch darzustellen, genügt eine Ebene. Wir tragen auf der Abszissenachse eines Koordinatensystems die Konzentration an gelöstem Metall und auf der Ordinatenachse die Temperaturen ab und können dann durch Fällen der entsprechenden Lote die Abhängigkeit zwischen Konzentration und Temperatur feststellen, denn der Schnittpunkt der Lote entspricht einer bestimmten Konzentration der Legierung bei einer bestimmten Temperatur. Die Aufstellung des Zustandsdiagrammes geht folgendermaßen vor sich: Zwischen den beiden Legierungskomponenten wählt man Konzentrationen von 10 zu 10 Prozent steigend bis zur reinen Komponente und bestimmt von jeder Konzentration beim Erstarren die auftretenden Haltepunkte. Man erhält so eine Schar Kurven, die das Zustandsdiagramm liefern.

Um die Veränderungen zu verstehen, die eine Legierung in den verschiedenen Temperaturen durchmacht, bedient man sich der thermischen Analyse. Erhitzt man irgendein Metall und kühlt dieses dann vorsichtig ab, so wird man durch Aufzeichnung der Zeit und der beobachteten Temperaturen eine Abkühlungskurve erhalten, die kontinuierlich verläuft. Würde dagegen das Metall geschmolzen und die Schmelze langsam abgekühlt, so wird man anfangs auch eine allmählich sich der Abszissenachse nähernde Kurve erhalten, aber bei einer ganz bestimmten Temperatur wird eine weitere Abkühlung für einige Zeit hinanhalten, da beim Erstarrungsvorgang Wärme frei wird, die einer weiteren Abkühlung entgegenwirkt. Man erhält also in der Kurve eine Verzögerung des Verlaufes, einen sogenannten Haltepunkt. Tritt nun stärkere Unterkühlung auf, so wird die freiwerdende Wärme nicht mehr genügen, um den normalen Erstarrungspunkt zu erhalten. In diesem Falle wird der durch die Kristallisation bedingte Haltepunkt tiefer liegen als der eigentliche Erstarrungspunkt. Die Erstarrungskurve gibt uns ein Bild von der Umwandlung des flüssigen in den festen Zustand.

Bei der Beurteilung der Brauchbarkeit der für zahnärztliche Zwecke verwendbaren Metalle spielen verschiedene Umstände eine Rolle. Von größter Bedeutung ist zweifellos die Widerstandsfähigkeit gegen den Speichel. *Michel* hat in seinen Untersuchungen

der Mundflüssigkeit eine schwach alkalische Reaktion des Speichels gefunden. Nach theoretischen Erwägungen gingen die Metalle mit saurem oder amphoterem Hydroxyd in Lösung. Es finden sich aber auch verschiedene Salze in der Mundflüssigkeit, die einen Einfluß auf die Metalle ausüben können, so vor allem die Rhodanide. Daneben sind noch die Milchsäure und das Kochsalz zu nennen. Schließlich gibt es noch Fermente und Enzyme im Speichel, deren Einflüsse auf Metalle aber noch nicht nachgewiesen sind.

Hartwich tauchte verschiedene Metalle in Speichel, und zwar in der Weise, daß ein Teil der Luft ausgesetzt war. Er fand, daß an der Berührungsstelle Luft-Flüssigkeit die Anätzung stärker war. Nach *Hartwich* kann man bei den meisten chemischen Eingriffen erkennen, daß, wenn einmal ein Metall angegriffen ist, eine weitere Beeinflussung leichter stattfindet. *Hartwich* stellte an folgenden Metallen Untersuchungen an:

1. Viktoriablech,
2. Kosmosmetall,
3. N-C-L-Metall,
4. Randolfmetall,
5. Durofixmetall.

Als Hauptbestandteile der Legierungen ergeben sich etwa 66 % Kupfer, 28—38 % Zink, dann kleinere Mengen Nickel, Eisen, Blei, Aluminium, Mangan und Zinn. Benutzt wurde ein Thermostat, der auf 37,5 Grad eingestellt war. Die Metalle wurden zuerst mit Salpetersäure gründlich von der Oxydhaut befreit und dann mit Alkohol und Äther gespült. Das Kosmosmetall veränderte sich im Speichel am wenigsten, dann folgte das ziemlich unangreifbare N-C-L-Metall, danach das Durofix, schließlich Viktoriablech, und am wenigsten widerstandsfähig erwies sich das Randolfmetall.

Weikart stellte Versuche mit Randolfkronen an einer Patientin an, die noch keine Füllung im Munde hatte. Die Krone hatte nach dem Polieren ein Gewicht von 3,684 Gramm. Schon nach wenigen Tagen zeigten sich Verfärbungen und nach 8 Tagen war die Krone von einem schwarzbraunen Niederschlag überzogen. Im Laufe der nächsten Wochen löste sich dieser Niederschlag

allmählich. Als die Krone nach 176 Tagen herausgenommen wurde, betrug ihr Gewicht nur noch 3,436 Gramm. Sie hatte also den enormen Gewichtsverlust von 6,7 %. Bei einer Reihe weiterer Versuche fand *Weikart* ähnliche Erscheinungen.

Ein Metall, das die große chemische Widerstandsfähigkeit des Goldes ersetzen soll, ist auf der Basis der Kupfer-Zinklegierungen nicht zu erzeugen. *Löw* benutzte Palladiumlegierungen aus Gold, Palladium, Silber, also nur aus Edelmetallen. Diese Legierung wurde sowohl zu Kronen wie zu Goldfüllungen verwendet. Bei den meisten Patienten ist eine Dunkelfärbung, ja sogar Schwarzfärbung der Legierung eingetreten. Lediglich bei Patienten, von denen er wußte, daß ihre Mundhygiene einwandfrei war, trugen sich diese Metalle vollkommen einwandfrei. Auch *Mävers* berichtet von seinen Erfahrungen mit Palladiumlegierungen, daß nach kurzer Zeit schon Dunkelfärbung eingetreten sei.

Zu den goldsparenden Metallen ist noch die Duallorlegierung zu nennen. Sie enthält nur 550/000 Gold. Neben Gold sind noch Platinmetalle enthalten, die die mechanischen Eigenschaften und die Farbe der Legierung wesentlich beeinflussen. Obwohl die Duallorgußlegierung gute Eigenschaften aufweist, zeigt sich die Dauerbruchfestigkeit, die für die Lebensfähigkeit beim Tragen maßgebend ist, gering.

In den Odontologischen Blättern 1898 schreibt *Jung* in seinem Aufsatz Eine neue Art von Zahnfüllungen: „Wenn wir aus der großen Gruppe kariöser Zähne jene herausgreifen, deren Krone in großer Ausdehnung zerstört, deren Pulpa aber trotzdem noch intakt ist, so haben wir jene Schmerzenskinder vor uns, die selbst dem besten Plombeur meist große Sorgen machen. Ich versehe seit Jahresfrist derartige Zähne mit massiven (gegossenen oder geschmolzenen) Zinnfüllungen." *Jung* benützte reines Zinn. „Noch heute", (1932) schreibt *Jung* in der Zahnärztl. Rundschau Nr. 41, Sp. 234, „bin ich der Verwendung von reinem Stangenzinn, soweit nicht stark beanspruchte Kaukanten in Frage kommen, treu geblieben." *Münch* hält das reine Zinn als Deckfüllung nicht geeignet, da es viel zu weich ist, um dem Kaudruck auf die Dauer standzuhalten.

Seit Jahren wird in der Konservierenden Abteilung der Würzburger Zahnklinik eine Silberzinnlegierung mit bestem Erfolge ver-

wendet. *Gröschel* hat in seinen Versuchen die Brinellhärte dieser Legierung bestimmt. Er preßte eine 5 mm große Stahlkugel mit einer Kraft von 62,5 kg 35 Sekunden lang in die Prüfkörper ein. Mit Hilfe des Meßmikroskopes wurden in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen die Größe des Eindruckes gemessen und daraus die Mittelwerte errechnet. Die Brinellhärte wurde nach folgender Form berechnet:

$$H_{Br} = \frac{P}{\frac{}{}. D \ (D - D^2 - d^6)}$$

wobei D = Kugeldurchmesser in mm,
d = Kalottendurchmesser in mm,
P = Belastung in kg bedeuten.

Die Kugelfallprüfung ergab bei einem Gewicht des Fallbärs von 0,430 kg und einer Fallhöhe von 0,2 m Werte von 0,2 bis 0,23 kg/mm² (Gußgold 0,10 — 0,18 kg/mm²). Die Widerstandsfähigkeit gegen Druckeinwirkungen ist demnach größer als bei Gold. Bei den Korrosionsversuchen erwies sich das Würzburger Weißmetall den Edelamalgamen überlegen.

Aschermann machte auf eine Gußlegierung aufmerksam, die seit Jahren in der Zahnärztlichen Universitätsklinik Berlin als alleiniges Metall neben Gold verwendet wird, und die das Silberzinn, das dort viele Jahre im Gebrauch war, vollständig verdrängt hat. Nach *Aschermann* bildet das Silber im Munde Schwefelsilber, und es sollen sich daher die silberhaltigen Füllungen stets verfärben. Aus diesen Gründen sei eine Legierung auf Zinnbasis hergestellt worden, die zur Erhärtung einen Zusatz von Antimon erhielt und unter dem Namen „Deufametall" in den Handel kam. „Neben leichter Verarbeitbarkeit, genügender Härte und Zähigkeit, geringster Kontraktion zeigt sie eine verhältnismäßig hohe Korrosionsfestigkeit und damit eine selbst in scharfen Agenzien relativ gute Farbbeständigkeit." Ein Vergleich mit Silberzinn fällt nach *Aschermann* zugunsten des Deufametalles aus. So soll hinsichtlich der Kontraktion das Deufametall bessere Ergebnisse zeigen als das Silberzinn. Was die Farbbeständigkeit gegenüber Na_2S-Lösung anbelangt, so sei die Farbbeständigkeit des Deufametalles bemerkenswert, während Silberzinn nach einigen Tagen dunkel und nach 35 Tagen absolut schwarz geworden sei. *Münch* meint,

daß *Aschermann* mit Silberzinnlegierungen seiner Zusammensetzung nicht gearbeitet hat, oder daß er die dafür vorgeschriebene Gußtechnik nicht beherrscht. *Gröschel* hat nie die geringste Kontraktion festgestellt, nur wenn das Würzburger Weißmetall absichtlich falsch behandelt wurde, d. h. überhitzt oder das in der Muffel noch heiße Gußstück in kaltem Wasser abgeschreckt, wurde eine Kontraktion festgestellt. Auch die Farbbeständigkeit wird durch Überhitzen des Gußstückes insofern beeinflußt, als sie leichter und rascher dunkel anlaufen, während vorschriftsmäßig gegossene Füllungen diese Nachteile nicht aufweisen.

Die Beschaffenheit der Silberzinnlegierung wird erkenntlich durch das Zustandsdiagramm. Zu diesem Zwecke werden nur völlig geschmolzene Legierungen aufgenommen. Nach *Lehmer* (Med. Diss. 1933) haben wir bei steigendem Silbergehalt zunächst das Eutektikum, das ist der Punkt der tiefsten gegenseitigen Schmelzpunkterniedrigung zweier Metalle, bei 3,8 % Ag, dann die Verbindung Ag_3Sn bei 73 % Ag. Es bestehen nun alle Legierungen zwischen 3,8 % und 73 % Ag aus primär abgeschiedenen Kristalliten der Verbindungen, die umgeben sind von dem Eutektikum mit 3,8 % Ag. Silber bildet mit Zinn die Verbindung Ag_3Sn. Es bildet sich nun zwischen Ag_3Sn und reinem Ag der Mischkristall α, der in den Gehalten über 82 % Ag sich bei der Abkühlung nicht verändert. Der Mischkristall spaltet sich in den Gehalten von 48—82 % Ag unter 480 Grad in Ag_3Sn.

Auf Grund eingehender Versuche hält *Lehmer* die Legierung mit 58 % Ag als die für zahnärztliche Zwecke geeignetste. Das Optimum der Silberzinnlegierung liegt also nach *Lehmer* bei einem Silbergehalt von 58 %.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Würzburger Weißmetall, das unter dem Namen „Muc-Metall" in den Handel kommt, allen Anforderungen genügt, die an ein brauchbares Gußmetall gestellt werden. Die Schmelztechnik weicht insofern von dem üblichen Verfahren ab, als beim Gießen die Muffel vollkommen erkaltet sein muß. Während bei der Goldgußfüllung die Kontraktion des Goldes oft zu Mißerfolgen führt, weil in der Gußmuffel beim Gießen das Gold im Trichter eher erkaltet als im Innern der Muffel und daher kein flüssiges Gold nachgesaugt werden kann, ist

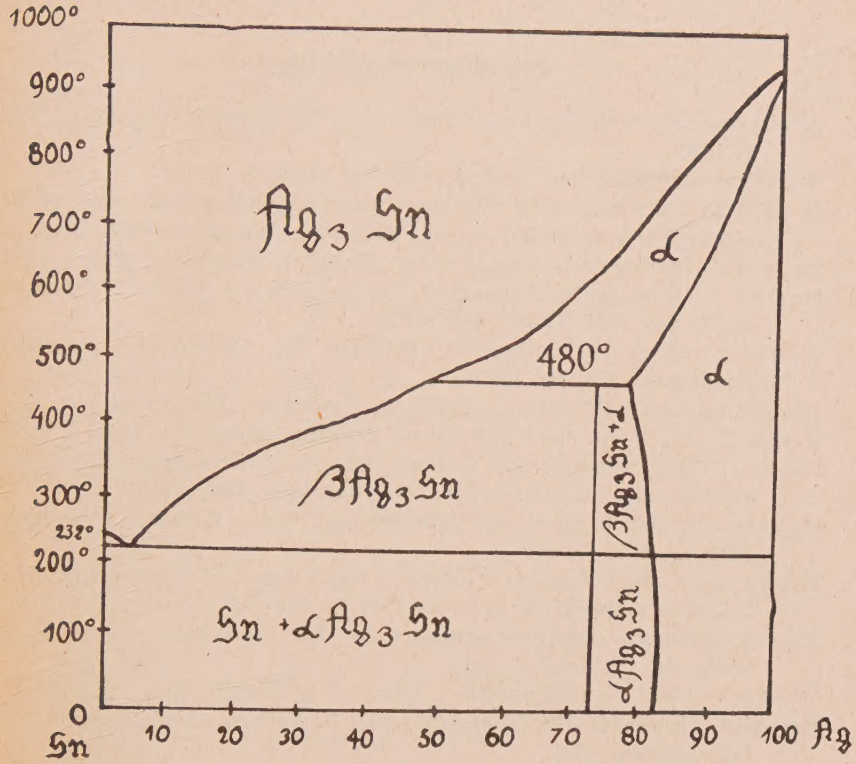


Diagramm Ag-Sn nach *Petrenko.* Entnommen aus *Lehmer:* Med. Diss. 1933

beim Würzburger Weißmetall diese Fehlerquelle ausgeschaltet, denn hier erstarrt das Metall im Innern der Muffel eher als im Trichter und kann daher während der Erstarrung noch Material nachsaugen.

Ein Nachteil der Weißmetallfüllung ist darin zu erblicken, daß an dem fertigen Guß im Bedarfsfalle keine Kontaktpunkte angelötet werden können.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Münch, für die gütige Überlassung des Themas meinen besten Dank aussprechen.

Hiermit versichere ich ehrenwörtlich, daß ich zu meiner Arbeit außer der im Literaturverzeichnis angegebenen Literatur keine anderen Hilfsmittel verwendet habe.

Herbert Hofmann.

Literaturverzeichnis.

Aschermann: Deufametall oder Silberzinn. Zahnärztliche Rundschau 1932, S. 1430.

Boisson: Gußfüllungen. Lehmanns Verlag, München 1935.

Gröschel: Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeit einer Silberzinnlegierung zu Gußfüllungen. Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 93.

Gröschel: Deufametall oder Silberzinn? Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 1481.

Hartwich: Über die Veränderungen von Metallen im Speichel. Zahnärztl. Rundschau 1921, S. 437, 466, 504.

Heinrich: Wege zur wirksamen Verhütung des Zahnverfalls. Zahnärztl. Rundschau 1938, Nr. 14.

Jung: Unechte Gußfüllungen. Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 234.

Kerkhoff: Ein Ersatz für Goldkronen. Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 1439.

Lehmer: Untersuchungen über eine optimale Zusammensetzung einer Silberzinnlegierung für zahnärztliche Zwecke. Med. Diss. 1933.

Mävers: Zur Metallfrage in der zahnärztlichen Praxis. Zahnärztl. Rundschau 1934, S. 2009.

Morgenroth: Systematik bei der direkten Abdruckmethode für Gußfüllungen. Deutsche zahnärztl. Wochenschrift 41, S. 1049.

Münch: Füllungen und Füllungsmethoden. Die Fortschritte der Zahnheilheilkunde, IX. Band, 1. Teil.

Öttinger: Über das Gußproblem. Zahnärztl. Rundschau 1938, Nr. 7.

Parreidt: Handbuch der Zahnersatzkunde, 7. Auflage. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1921.

Passow: Ein Ersatz von Goldkronen ohne Verwendung von sogenanntem Ersatzmetall. Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 1489.

Schönbeck: Die verfügbaren Materialien und ihre Verwendung in den Einzelgebieten der Zahnheilkunde. Deutsche zahnärztl. Wochenschrift 41.

Schönbeck: Zahnärztliche Metallkunde. Die Fortschritte der Zahnheilkunde, VIII. Band, 1. Teil.

Schrepfer: Ersatz zerstörter Kauflächen durch Gußfüllungen aus Würzburger Weißmetall. Zahnärztl. Rundschau 1932, S. 560.

Schüttemeier: Prüfung der Cavex-Silberlegierung auf ihre Verwendbarkeit in der Zahnheilkunde. Med. Diss. 1935.

Strieck: Gibt es einen Ersatz für Amalgam? Med. Diss. 1932.

Wallisch: Leitfaden der zahnärztlichen Metallarbeit. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1920, 2. Auflage.

Wannenmacher: Aufgaben und Ziele der Zahnerhaltungskunde. Zahnärztl. Mitteilungen 1938, Nr. 40.

Über Duallor-Legierungen. Zahnärztl. Mitteilungen 1938, Nr. 47.

Lebenslauf.

Am 12. Juni 1907 wurde ich, Herbert Hofmann, als Sohn des Zahlmeisteraspiranten Otto Hofmann und seiner Gattin Emma, geb. Schwarz, zu Zweibrücken geboren. Ich besuchte hier die Volksschule, in Bamberg trat ich ins Gymnasium über. Ab Unterprima besuchte ich das Gymnasium Amberg, wo ich 1929 das Reifezeugnis erhielt. Ich widmete mich in Erlangen und Wien dem medizinischen Studium. Im S. S. 1935 studierte ich Zahnheilkunde in Würzburg, wo ich 1936 das Physikum bestand und erhielt am 17. Dezember 1937 die Approbation.

Martinshöhe, im September 1939.